

Pigmentit valusavessa



Liisa Kaunisvirta

Materiaalitutkimus –kurssin tutkimusraportti
Muotoilun pääaine, Muotoilun laitos
Aalto-yliopisto Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
27.3.2017



Tiivistelmä

Tutkimukseni aiheena on keramiikassa käytettävien pigmenttien vaikutus valusaven valuominaisuuksiin ja saven polttoväriin. Tutkin pigmenttien värikylläisyyttä poltetussa savessa, juoksevuuden muutoksia valusavessa sekä sen lisäksi polttolämpötilojen vaikutusta värin muodostumiseen. Tavoitteena on parempi tietämys väripigmenttien ominaisuuksista ja siitä, mitä tulee ottaa huomioon, kun työskentelee pigmenttien ja valusavimassan kanssa.

Tutkimusmenetelmäni kuuluu pigmenttimäärien muutos, juoksevuuden mittaaminen kuppiviskositeettimittarilla ja sen jälkeen näytekappaleiden valaminen kipsimuottiin. Poltin näytekappaleet kolmeen lämpötilaan, jotta pystyin tutkimaan myös mahdollisia polttolämpötilasta johtuvia variaatioita.

Lopputuloksena on viidenkymmenenneljän kappaleen näytesarja, jossa näkyy pigmenttimäärien muutokset ja siitä johtuva värikylläisyyden nousu sekä polttolämpötiloista johtuvat sävymuutokset massassa ja lasitteessa.

En määritellyt itselleni tutkimusongelmaa, johon pyrin vastaamaan, vaan tutkimukseni perustuu enemmän menetelmiin ja niistä syntyviin lopputuloksiin. Värikylläisyydet nousivat jokaisella pigmentillä prosenttimäärän kasvaessa, mutta ne heikensivät huomattavasti valusaven juoksevuutta. Tästä syystä suuret pigmenttimäärät ilman juoksevuutta parantavia aineita voivat hankaloittaa valamisprosessia. Polttolämpötilalla oli myös kiinnostavia vaikutuksia massan ja lasitteen sävyihin.

Tutkimukseni näytekappaleet ovat käyttämistäni pigmenteistä värikartta itselleni, ja muille pigmenteistä kiinnostuneille, ja tutkimukseni pohjalta saamani informaatio tulee olemaan minulle hyödyksi jatkossa.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Johdanto	4
Menetelmä	5
Tulokset	6
Juoksevuus	6
Valaminen	7
Lämpötila	8
Kuvia tuloksista	9
Värikylläisyys	12
Loppupäätelmät	13
Lähdeluettelo	14

Johdanto

Väripigmentit ovat reagoimattomia väriainehiukkasia, jotka eivät liukene vaan toimivat itsenäisinä väriä antavina osina. Väripigmentin lisääminen tuo värisävyn aina hallitsemammaksi, mitä enemmän sitä lisätään. Keramiikan parissa väripigmentit ovat pääasiallisesti teollisesti valmistettuja valmisvärejä. (Jylhä-Vuorio._2002._Keramiikan materiaalit._s.148)

Karkeilla pigmenteillä värjätään massoja. Hienoksi jauhettuja pigmenttejä käytetään monipuolisesti yleispigmenttinä värjätessä engobeja, lasitteita ja koristemaalauksessa. (http://www.airihortling.fi/Keramiikan_varit_pigmentit.pdf)

Tutkimukseni käsittelee keramiikan pigmenttejä ja niiden ominaisuuksia valusavimasan kanssa käytettynä. Keskityn tutkimuksessani kolmen eri pigmentin tutkimiseen ja tulosten analysointiin. Tutkimukseni avulla selvitän, millä tavoin pigmentin lisääminen näkyy värikylläisyydessä, miten se vaikuttaa valusaven juoksevuuteen sekä näin ollen valamisprosessiin ja onko polttolämpötilalla merkitystä tuloksien kannalta.

Tavoitteena on laajentaa tietämystäni siitä, mitä asioita tulee ottaa huomioon pigmenttejä käytettäessä ja minkälaiset asiat vaikuttavat niiden toimivuuteen. Haluan selvittää tutkimukseni avulla myös sen, onko valitsemillani pigmenteillä jokin tietty piste, jonka jälkeen pigmentin lisääminen ei enää vaikuta värikylläisyyteen.

Pohdin prosessin alkuvaiheessa sitä, pystyykö kolmen tietyn pigmentin tutkimusta soveltamaan muiden pigmenttien käytössä. Näin ei kuitenkaan pysty tekemään, sillä pigmenttien raaka-aineet sekä ominaisuudet voivat olla todella erilaisia. Tutkimuksen tavoitteena on silti lisätä ymmärrystäni niiden käytöstä tulevaisuuden projekteja varten. Uskon myös, että tutkimusraporttini voi auttaa muita ymmärtämään pigmenttien ominaisuuksia, niiden vaikutusta valusaven juoksevuuteen ja polttolämpötilojen vaikutusta niillä syntyvään lopputulokseen.

Menetelmä

Prosenttimäärät on laskettu valmiin valusaven mukaan ja mittasin valusaven litrapainon ennen pigmenttien lisäämistä. (valusaven litrapaino ja viskositeetti ennen pigmenttien lisäämistä ilmenee sivulla 6) Kaikki pigmentit on hankittu Aalto-yliopiston keramiikkastudiolta ja kahden pigmentin valmistajat ovat tiedossa. (taulukko 1)

Ensimmäinen vaihe tutkimuksessani oli valusaven litrapainon ja juoksevuuden mittaaminen ja sen jälkeen pigmenttien prosenttiosuuksien laskeminen. Tein jokaisesta pigmentistä kuusi näytekappaletta kolmeen polttolämpötilaan. Näin ollen jokaisella pigmentillä näytteitä tuli kahdeksantoista kappaletta. Pyrin käyttämään aina samoja valuaikoja samojen prosenttien kohdalla, mutta K2322 Rubin -pigmentin kohdalla aiemmin sopivat ajat olivat liian pitkiä. Mittasin jokaisen näytekappaleen juoksevuuden aina ennen sen valamista, jonka jälkeen valoin ne kipsimuottiin. Kuivumisen jälkeen viimeistelin, raakapoltin, lasitin ja poltin ne korkealle. Lasituspolton jälkeen, kun koepalat olivat valmiit, asetin ne järjestykseen värin, prosenttien ja polttolämpötilojen mukaan ja aloin tutkia esiin tulleita asioita.

Käyttämäni pigmentit		
C2696 Blue	SP26-4 Brown	K2322 Rubin
-	Johnson Matthey B.V	Reimbold & Strick

Käyttämäni pigmenttimäärät (laskettu valmiin valusaven painon mukaan)

1%	3%	5%	7%	9%	15%
----	----	----	----	----	-----

Käyttämäni polttolämpötilat

1200 °C	1220 °C	1260 °C
---------	---------	---------

Lasite KXX5	
Maasälpä FFF K7	45%
Liitu FC-7	18%
Kaoliini	6%
Kvartsi FFQ	25%
Sinkkioksidi ZnO	6%
	= 100%

Valusavi	
Kaoliini Standard Porcelain	30%
Kaoliini Super Standard Porcelain	18%
Kvartsi FFQ	26%
Maasälpä FFF K7	26%
	+ Vesi n. 40l
	+ Dispex n. 0.25%
	= Litrapaino
	1760-1800g/l

TAULUKKO 1. Tutkimuksen lähtökohdat.

Tulokset

Viskositeetti

Mittasin massan viskositeetin, eli juoksevuuden, kuppiviskositeettimittarilla, jonka avulla nähdään kuinka monta sekuntia tietyllä valusavimäärällä kestää valua mittarin läpi. Valusaven litrapaino oli tutkimuksen alussa mitattuna 1751 grammaa ja juoksevuus keskiarvoltaan 49s. Juoksevuudessa näkyi suuria muutoksia pigmenttien lisäämisen jälkeen ja vasta seuraavana päivänä valetuissa esineissä viskositeetti heikentyi entisestään.

Tutkimuksen kuluessa minulle selventyi se, miten paljon pigmenttien lisääminen valusaveen heikentää sen viskositeettiä. Kaikkien pigmenttien kohdalla luvut nousivat merkittävästi mitä enemmän pigmenttiä oli. Veden tai deflokkulantin lisääminen valusaveen, jossa on pigmenttiä, esimerkiksi vain kolmestakin prosentista ylöspäin, olisi hyödyllistä valamisprosessin helpottamiseksi.

Valoin C2696 Blue sekä K2322 Rubin –pigmenttien valusavierät seuraavana päivänä niiden sekoituksesta, joten viskositeetti heikkenee sen takia vielä enemmän. Verrattuna kahteen muuhun pigmenttiin K2322 Rubin –koeseoksen juoksevuus oli vielä paljon hitaampi, jonka takia jouduin lyhentämään valuaikoja sen kohdalla merkittävästi. (taulukko 2) Ilman valuajan lyhentämistä esineen seinämästä olisi tullut liian paksu.

	Valusaven viskositeetti						
Pigmenttiä valusavessa	0%	1%	3%	5%	7%	9%	15%
C2696 Blue	49s	1,20min	1,40min	2,19min	2,45min	3,19min	3,38min
SP26-4 Brown	49s	55s	1,05min	1,27min	1,47min	2,23min	4min
K2322 Rubin	49s	2,26min	3,45min	5,10min	6,40min	8,25min	12,37min

TAULUKKO 2. Valusaven kuppiviskometrillä mitatut viskositeettiasteet.

Valaminen

Värijäämättömän vertailukappaleen valuaika oli neljätoista minuuttia ja tavoite oli saada kaikista koepaloista saman paksuisia. Sen perusteella aloitin myös C2696 Blue ja SP26-4 Brown –pigmenttien valuajat neljällätoista minuutilla. Vähensin valuaikoja pigmenttimäärän kasvaessa parilla minuutilla saadakseni tasalaatuisia esineitä, koska esineen seinämä rakentuu nopeammin valusaven pigmenttimäärän kasvaessa. Tämä johtuu siitä, että valusaven viskositeetti heikkenee eli siitä tulee paksumpaa, jolloin seinämän rakentuminen muotissa nopeutuu.

Jos olisin käyttänyt aina samaa valuaikaa, olisi esineiden seinämien paksuus kasvanut pigmenttimäärän kasvaessa. Tämä olisi ollut toinen tutkimusnäkökulma valaa ne, joka olisi mahdollisesti antanut lisätietoa pigmenteillä valamisen valuaajoista. Voin kuitenkin tutkimukseni avulla todeta, että mitä enemmän pigmenttejä lisää valusaveen, eikä lisää siihen viskositeettia parantavia aineita, on valuaikaa hyvä vähentää sen mukaan. Jotta voisi käyttää aina samaa valuaikaa, kaikkien pigmenttimäärien kohdalla valusaven viskositeetti olisi säädettävä samaksi kuin valusaven, jossa ei ole pigmenttiä.

Kolmesta valitsemastani pigmentistä K2322 Rubin erosi merkittävästi kahdesta muusta valuaajoissa. Aloitin samoilla ajoilla, mutta huomasin pian, että ne ovat liian pitkiä, koska seinämästä tuli samoilla ajoilla paksumpi kuin aikaisemmin. (valuajat ilmenevät taulukosta 3) Tutkimukseni aikana selvisi, että pigmenttien välillä on eroja myös valusavea paksuntavissa ominaisuuksissa, jotka vaikuttavat juoksevuuteen, valuaikaan ja siihen, millaista sillä on valaa.

Rubin –pigmentillä valaessa oli hyvin huomattavissa, että valusaven paksuus tekee valamisesta hankalampaa. Kaikkien pigmenttien kohdalla suurempiin määriin mentäessä, varsinkin viidentoista prosentin kohdalla, oli huomattavissa, että ilmakuplia ja valuma jälkiä tulee helpommin.

	Valuajat						
Pigmenttiä valusavessa	0%	1%	3%	5%	7%	9%	15%
C2696 Blue	14min	14min	14min	12min	12min	10min	8min
SP26-4 Brown	14min	14min	14min	12min	12min	10min	8min
K2322 Rubin	14min	12min	10min	5min	5min	4min	4min

TAULUKKO 3. Valuaikojen muutos suhteessa pigmenttien määrän kasvuun.

Polttolämpötila

”Keramiikan valmistuksessa käytettäviltä väriaineilta edellytetään huomattavaa lämmönkestävyyttä. Esimerkiksi tekstiilien, maalien ja kirjapainovärien ei tarvitse kestää missään vaiheessa vastaavia lämpötiloja ja siksi ne useimmiten valmistetaan orgaanisista yhdisteistä.” (Jylhä-Vuorio, 2002, Keramiikan materiaalit, s.144)

Polttolämpötilalla oli vähiten vaikutusta C2696 Blue –koeseosten kohdalla, joissa korkeimmalla poltetuissa näkyi hieman syvempiä sävyjä kuin matalimmassa, muttei mitään merkittävää. (kuva 2) Eniten polttolämpötilasta johtuvaa variaatiota näkyi K2322 Rubin –koeseosten kohdalla. Ensimmäinen asia, jonka huomasin avattuani uunit lasituspolton jälkeen, olikin se, että sen pinkki sävy, joka oli vielä jauheessa ja valusavessa oli haihtunut.

K2322 Rubin –koeseoksissa tuli tästäkin huolimatta kiinnostavimpia tuloksia kolmesta pigmentistäni. Alimmassa lämpötilassa pigmentin värisävyt ovat hennon punaruskeita, mutta korkeampaan mentäessä värisävyt muuttuvat vihreämmiksi ja korkeimmassa lämpötilassa sävyt ovat jo vihertäviä, eivätkä punaisia. (kuva 4) Pigmentti sisältää kromia, joka aiheuttaa vihreään taittavan sävyn.

Pigmenttiin SP26-4 Brown, polttolämpötilan nousulla oli samankaltainen vaikutus kuin Rubin -pigmenttiin sillä myös SP26-4 Brown lähti vihertävämmäksi korkeammassa lämpötiloissa. (kuva 3) Korkeimman polton näytekappaleissa on selvästi nähtävissä vihreään taittavat sävyt ja massan mennessä vihertävämmäksi myös lasite muuttui vihreäksi.

Laitoin lasituspolttoihin mukaan keilat, joista on mahdollista nähdä tarkempi lämpötila, johon uuni on noussut. Keilojen avulla huomasin, että lämpötilat nousivat jokaisessa uunissa korkeammalle kuin asetettu lämpötila. (taulukko 1) Parasta olisi polttaa näytteet aina samassa uunissa saadakseen tarkimman ja yhtenäisimmän informaation polttolämpötilojen vaikutuksesta.



KUVA 1. Vertailukappale ilman pigmenttiä, polttolämpötila 1220 °C

Pigmenttimäärät kuvissa seuraavasti:

1%	3%	5%	7%	9%	15%
----	----	----	----	----	-----



C2696 Blue, polttolämpötila 1200 °C



C2696 Blue, polttolämpötila 1220 °C



KUVA 2. C2696 Blue, polttolämpötila 1260 °C

Pigmenttimäärät kuvissa seuraavasti:

1%	3%	5%	7%	9%	15%
----	----	----	----	----	-----



SP26-4 Brown, polttolämpötila 1200 °C



SP26-4 Brown, polttolämpötila 1220 °C



KUVA 3. SP26-4 Brown, polttolämpötila 1260 °C

Pigmenttimäärät kuvissa seuraavasti:

1%	3%	5%	7%	9%	15%
----	----	----	----	----	-----



K2322 Rubin, polttolämpötila 1200 °C



K2322 Rubin, polttolämpötila 1220 °C



KUVA 4. K2322 Rubin, polttolämpötila 1260 °C

Värikylläisyys

Yksi tärkeitä tutkimuskohteita oli värikylläisyys ja sen arvioiminen poltetuissa esineissä. Pigmenteillä ei ollut nähtävissä värikylläisyyden täyttä pysähtymistä, mutta viiden prosentin jälkeen ne kuitenkin muuttuvat tasaisemmiksi kylläisyydeltään. Tästä huolimatta viidentoista prosentin näytekappaleet ovat tummempia kuin pienempien prosentiosuuksien näytteet, joten kylläisyys ei pysähtynyt.

Voidaan todeta, että pigmenttejä käytettäessä on hyödyllistä miettiä, miten kylläisen värin haluaa ja onko pigmenttiä tarvetta lisätä tiettyä määrää enempää. On kuitenkin huomioitava, että värikylläisyyden nousu vaihtelee pigmenttien välillä ja jokin pigmentti saattaa tarvita huomattavasti vähemmän tai enemmän prosentteja haluttuun lopputulokseen.

Polttolämpötiloilla ei ollut vaikutusta värikylläisyyden nousuun tai laskuun vaan ainoastaan sävyt muuttuivat sen vaikutuksesta. Alla olevista kuvista (kuva 5 ja 6) on mahdollista nähdä värikylläisyyden asteittainen nouseminen.



KUVA 5. C2696 Blue. Polttolämpötilat vasemmalta oikealle 1200 °C, 1220 °C ja 1260 °C.



SP26-4 Brown. Polttolämpötilat vasemmalta oikealle 1200 °C, 1220 °C ja 1260 °C.



KUVA 6. K2322 Rubin. Polttolämpötilat vasemmalta oikealle 1200 °C, 1220 °C ja 1260 °C.

Loppupäätelmät

Tutkimuksessani ei ollut niinkään tutkimusongelmaa, johon olisin pyrkinyt vastaamaan, vaan tutkin pigmenttien käyttämistä ja niiden vaikutusta valamisprosessiin ja lopputulokseen. Tutkimukseni osoitti, että pigmenttejä lisäämällä saadaan nostettua värikylläisyyttä, mutta niitä lisääessä on otettava huomioon valusaven juoksevuutta heikentävä ominaisuus ja polttolämpötilan vaikutus.

Rajoitus tutkimusmenetelmässäni on se, ettei tuloksia voi suoraan soveltaa muihin pigmentteihin. Sain kuitenkin kerättyä tutkimukseni avulla hyödyllistä tietoa ja opin paljon pigmenttien kanssa työskentelystä.

Tärkeimpiä huomioita tutkimuksen aikana oli se, että pigmentit heikentävät valusaven juoksevuutta ja näin ollen voivat suurilla pigmenttimäärillä hankaloittaa valamisprosessia. Polttolämpötilojen vaikutukset olivat merkittävämpiä kuin odotin, sillä C2696 Blue –pigmenttiin ne eivät juurikaan vaikuttaneet, mutta kahdessa muussa pigmentissä niillä oli paljon vaikutusta massan ja lasitteenkin sävyyn. Lämpötilalla oli eniten vaikutusta K2322 Rubin –pigmenttiin, jonka punainen väri haihtui pois ja korkeammat lämpötilat aiheuttivat vihreitä sävyjä.

Pigmentit, joiden sävyt vaihtelevat paljon polttolämpötilasta riippuen ovat siinä mielessä hankalampia, että on testattava useampaa lämpötilaa löytääkseen itselleen mieluiset sävyt. Mielestäni on silti myös kiinnostavaa ja hienoa, miten joillakin pigmenteillä voi saada niin sävyrikkaita tuloksia polttolämpötilaa varioimalla, koska tämä lisää pigmentin mielenkiintoisuutta.

Pigmenttien prosenttimäärillä, joita tutkimuksessani käytin ei ole vielä huomattavissa täydellistä värikylläisyyden pysähtymistä, mutta kaikissa pigmenteissä prosentit seitsemän ja yhdeksän ovat kylläisyydeltään samankaltaiset. Viidentoista prosentin koepalat ovat kuitenkin vielä kylläisempiä, joten pigmentit jatkoivat värikylläisyyden nostamista vielä suuremmilla määrillä, mutta toivat myös mukanaan ongelmia.

Tutkimukseni ja siihen liittyvä prosessi on auttanut minua ymmärtämään lisää keramiikan työskentelytavoista ja toivon, että tutkimuksestani voi olla hyötyä myös muille, jotka ovat kiinnostuneita keramiikan parissa työskentelystä.

Lähdeluettelo

Heikki Jylhä-Vuorio. 1992. Keramiikan materiaalit. Kuopion Muotoiluakatemia, painos 2002.

Airi Hortling. www.airihortling.fi, Keramiikan värit, pigmentit –PDF

Valokuvat: Liisa Kaunisvirta